CZU 113/119
S 88

Editura GUNIVAS
str. Ion Creangă 62/4, Chișinău MD-2064, Republica Moldova
Tel.: (+373 22) 92 71 78; 92 71 80. Tel./fax: (+373 22) 59 39 32
E-mail: gunivas@gmail.com

„Entropia universului" de Igor Stoica este o monografie popular-științifică în forma sintezei principalelor ipoteze cosmologice contemporane, despre istoria gândirii și clasificările științifice moderne ale originii universului, problematica modelului standard și a celui relativist în fizică, săgeata timpului și inflația transcendent-cosmologică din punct de vedere entropic.

Autor: Igor Stoica
Redactor-corector: Maria Barbă
Prezentare grafică: Igor Condrea
Machetare: Grig Teodoru
Prepress: Editura GUNIVAS
Tipar: Tipografia BALACRON

ISBN: 978-9975-3160-3-3

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții

Stoica, Igor.
Entropia universului / Igor Stoica. – Chişinău : Gunivas, 2019 (Tipogr. „Balacron"). – 192 p. : fig. Referinţe bibliogr.: p. 188-190 (34 tit.) şi în subsol. – 500 ex.

ISBN 978-9975-3160-3-3.

113/119
S 88

Teoria cosmologică a entropiei minime

De-a lungul secolelor este discutată problema dacă universul se extinde, se transformă sau rămâne static. Păreri și opinii sunt diferite, însă până în ultimă instanță astronomia le-a pus pe toate la locul său: universul a fost interpretat din *static* și infinit în *dinamic* și cu început din singularitate extra-densă. Recent, această calitate a început a fi denumită univers *entropic*, adică cosmos care: apare, se transformă, se extinde, se descompune și renaște ciclic. Dacă cosmosul ar fi fost static, atunci legea lui Hubble de extindere prin accelerare a spațiu-timpului pur și simplu nu ar fi existat. Ultimele cercetări astronomice confirmă veridicitatea acestei legi fără a ne lăsa altă opțiune în afară de cea entropică. Ideea acestui studiu constă în descrierea macrospațiilor, inclusiv a spațiilor relativ deschise. Astfel, aplicând teorema lui Clausius, definim entropia drept *rezultatul stării finale a particulelor sistemului fizic minus starea lor inițială* (mișcarea, împrăștierea și evoluția particulelor), cu condiția ca această transformare să-și păstreze caracterul *extins, echilibrat și parțial reversibil* în strictă conformitate cu caracterul omogen al Radiației Cosmice de Fond.

În 1922 astrofizicianul rus *Alexander Friedmann* a publicat renumita sa lucrare cu privire la universul care se dezvoltă ciclic sub influența constantei gravitaționale în formă de extindere și comprimare a spațiu-timpului într-un număr infinit de cicluri. Cu toate că inițial Einstein a criticat dur această ipoteză, ulterior comunitatea științifică a dat dreptate tânărului astrofizician rus, menționând importanța aportului său matematic la teoria relativistă non-statică, la geometria universului dinamic și în dezvoltare:

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R \pm \lambda_{gik} = -kT_{ik} \qquad (i, k = 1,2,3,4)$$

Unde: g_{ik} *– este potențialul gravitațional,* T_{ik} *– tensor metric, k – constanta extinderii, R – raza deformării spațiului, λ – tensor relativist* de tipul constantei cosmologice a lui Einstein.[128]

Să descriem o teorie sintetică fundamentată pe entropia macrospațiilor, aliniată la constanta cosmologică de extindere a universului, o continuare a teoriei lui Friedmann, derivată din teoria inflaționistă, pe care o consider fundamentală în explicarea originii și evoluției univer-

128 *Александр Фридман*, О кривизне пространства, Петроград-1922, pag. 2, http://www.astronet.ru/db/msg/1187035/

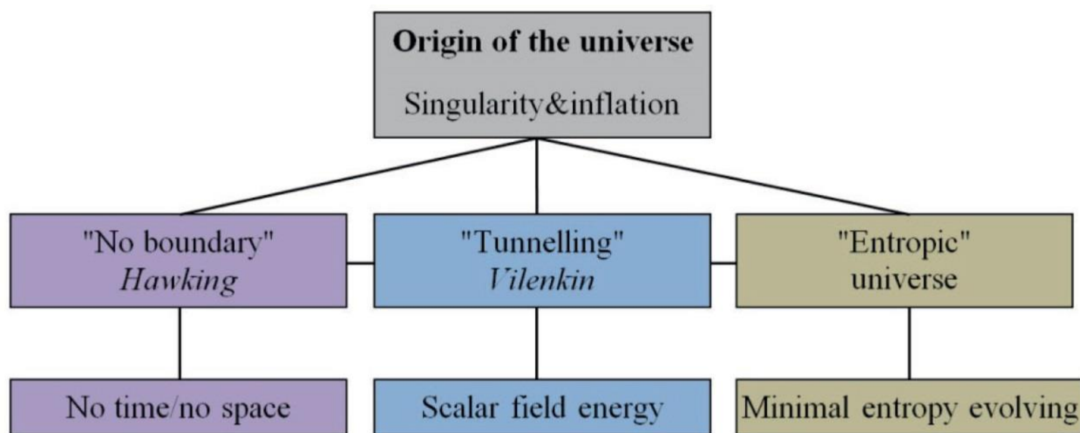
sului observabil dinamic și ciclic.[129] În cazul în care vom face abstracție de la cele zece ipoteze cu privire la apariția universului descrise anterior, devine principial să ne întrebăm dacă este oare posibil de identificat o teorie maxim apropiată Modelului Standard din punct de vedere entropic. Este necesar să formulăm o teorie cosmologică complexă potrivit principiului parcimoniei, bazată pe premisa fundamentală a macrospațiilor ce se află în extindere – *entropia*[130] sistemului fizic potrivit ecuațiilor lui Friedmann, cunoscute de 70 de ani.

Mă întreb dacă poate oare această teorie să devină o nouă ipoteză argumentată științific cu privire la generatorul originii universului – entropia perioadei când încă nu erau formate alte interacțiuni, legi și proprietăți, când exista doar o singularitate echilibrată, iar spațiu-timpul era răsucit. Potrivit celei de a Doua Lege a Termodinamicii, într-un sistem izolat entropia t*inde să crească odată cu timpul.* Acest lucru se referă și la universul nostru, care este un sistem macro-fizic complex și închis. Această abordare entropică ne permite să evităm complicațiile ipotezei de proveniență instabilă și „tunelară" sau vacuum pur și stabil al universului inflaționist al lui Linde-Vilenkin. În schema de mai jos ramificația din dreapta reprezintă Teoria cosmologică a entropiei minime, care combină în sine cele 2 teorii inflaționiste principale contemporane: a) universul cuantic fără hotar în timp *(no boundary)* și b) apariția tunelar-fluctuantă a universului inflaționist din câmpul scalar primar *(tunnelling)*.[131]

129 *The Inflationary universe*, Max Camenzind, Guth, SS2009, https://www.lsw.uni-heidelberg.de/users/mcamenzi/Day_6_Cosmo_Inflation_SS09.pdf

130 *Entropie* (term. grec. *transformare*) – în termodinamică reprezintă starea sistemului închis influențat de pierderea dozată a energiei, în mecanica statistică reprezintă procesul de transformare a microstărilor unui sistem fizic într-un macrosistem, în matematică și fizica cuantică reprezintă gradul de dezordine și pierdere informațională cauzat de săgeata timpului și incertitudinea cuantică, în filosofie reprezintă tendința ireversibilă a lucrurilor de a degrada.

131 https://dailygalaxy.com/2018/09/the-eternal-universe-astronomers-zero-in-on-a-signal-that-nixes-the-big-bang-todays-top-science-headline/



Să denumim această teorie sintetică – *Teoria cosmologică a entropiei minime* pentru a da o caracterizare științifică entropică a universului cu privire la procesele fluctuante ale apariției sale. Teoria poate fi formulată așa: *universul este un sistem închis, care* începe cu *o entropie minimă sau aproape de zero, apoi se entropizează, ca în final iarăși să revină la starea sa inițială de entropie zero potrivit principiului entropic cosmologic vectorial al gradificării* și difuziei *materiei la pătrat per metru cub.* Diversitatea micro-sistemelor care sunt părți constitutive ale universului complex, de regulă influențează nesemnificativ trendul entropic la scara macro generală (Lambda-CDM). În această ordine de idei este necesar de răspuns la trei întrebări cosmologice:

1) De ce universul este un sistem închis? Mai întâi de toate, nu sunt demonstrate pe cale experimentală existența altor universuri care l-ar influența pe al nostru, pornim de la ceea ce avem – un univers izolat din punct de vedere fizic, adică închis, dar care se află în extindere.
2) De ce la Big Bang vorbim despre entropie minimă sau aproape de zero? Noua teorie inflaționistă descrie o singularitate echilibrată perfect într-o entropie minim-posibilă. În prezent unele regiuni ale spațiu-timpului entropia puțin diferă comparativ cu alte regiuni, însă per ansamblu, dacă vom admite o entropie mare (de 1, 2, 3 sau 4 unități la parsec cub), atunci această constantă de dezordine ar nimici cosmosul cu desăvârșire de la producerea Big Bang potrivit teoriei relativiste. Dat fiind faptul că legile fizice s-au dovedit a fi stabile și au supraviețuit deja 13,8 miliarde de ani, înseamnă că entropia sistemului dat este una minim-admisibilă sau *tinde spre zero*, iar constanta Hubble (de extindere a spațiu-timpului) demonstrează entropizarea în

creștere a cosmosului.

3) Când apare entropia universului? Înainte de apariția universului. Deoarece entropia este o caracteristică a câmpului scalar echilibrat și redus la zero de către undele și anti-undele sale până la momentul întreruperii acestui echilibru prin fluctuația Big Bang. Dacă admitem o entropie minimă, atunci universul se naște anume în acel moment, în care fluctuația entropiei câmpului scalar primar depășește cifra zero și dă naștere timpului și dezordinii cuantice.

În fizică se numește *sistem închis* – un sistem care nu interacționează cu alte sisteme, cu „exteriorul", în particular, un sistem în care se găsesc mereu aceleași componente (particule).[132] În prezent nu avem dovezi precum că există „alte universuri" care l-ar stimula (energiza) din exterior pe universul nostru observabil. Cunoaștem despre un Big Bang, nu despre (n) Big Bang-uri, respectiv analizăm ce avem: o bulă enormă de spațiu-timp, care crește aproape exponențial, mânată de propriul impuls energetic, până: **a)** se va extinde și se va răci la maxim (se va echilibra aproape de zero), **b)** răcind și pierzând din propria energie, își va opri continuul în mod firesc pentru un sistem închis inversat (Big Rip sau Big Crunch).

Prima dată conceptul de entropie a fost descris în 1879 de către părintele termodinamicii *Rudolf Clausius*, care a formulat pierderile entropice dintr-un motor cu aburi și cel cu ardere internă, referindu-și studiul său la așa parametri entropici, precum sunt temperatura și presiunea sistemului fizic.[133] *Entropie* (term. grec. *transformare*) are 4 caracteristici fundamentale, care, luate în ansamblu, definesc acest concept în felul următor:

1) În termodinamică entropia reprezintă starea sistemului închis influențat de pierderea dozată a energiei, conservarea și echilibrul acestuia.
2) În mecanica statistică entropia constă în procesul de transformare a micro-stărilor unui sistem fizic într-un macrosistem.
3) În matematică și fizica cuantică entropia este gradul de dezordine și pierdere informațională, cauzat de săgeata timpului[134]

132 *Sistem termodinamic închis*, https://ro.wikipedia.org/wiki/Sistem_termodinamic

133 *Rudolf Clausius*, The mechanical theory of heat, trans. W.R. Browne, London, 1879, pag. 106, https://www3.nd.edu/~powers/ame.20231/clausius1879.pdf

134 *Săgeata timpului* – conceptul direcției unice sau al „asimetriei" timpului în univers (T-symmetry, timpul curge într-o singură direcție).

și incertitudinea cuantică.

4) În filosofie entropia reprezintă tendința ireversibilă a lucrurilor de a degrada. Din acest punct de vedere universul este net entropic, iar cosmologia acestuia este definită printr-o entropie minimă.

M-a făcut să accept această teorie un paradox fizic curios, așa-numitul paradox – „Demonul lui Maxwell”, propus acum 150 de ani în urmă de către renumitul fizician James Clerk Maxwell. Conform acestui paradox, s-a identificat contrastul *statistic* al naturii entropiei prin deteriorarea stării lucrurilor dintr-un proces fizic. Paradoxul spune așa: să ne imaginăm că un ipotetic „demon” păzeşte o trecere între două vase ermetice umplute cu gaz, ambele având aceeași temperatură și cantitate. Să zicem că există regula – potrivit căreia demonul permite să treacă moleculele fierbinte (agitate) dintr-un vas doar într-o singură direcție, acceptând totodată doar cele mai lente (reci) să treacă înapoi în cealaltă direcție. Întrebare: de ce un vas se încălzește, celălalt se răcește de la sine, iar în același timp entropia sistemului în ansamblu crește, cu toate că informația în final nu se pierde din niciun vas, cu alte cuvinte – *de ce vasele se autocompensează entropic într-un sistem închis?* Răspunsul este simplu: deoarece însuși „demonul” din problemă este o parte componentă a acestui sistem, balansând în mod firesc informația din ambele vasele, el, primind energie din exterior (sistem deschis), face ca energia din vase să nu piară, ci să treacă dintr-un vas în altul. Acest paradox arată că *un sistem închis este auto-gestionabil și entropic din punct de vedere informațional, dacă nu este influențat din exterior.* Analogic putem spune și despre univers, care la fel este un sistem închis – entropia sa reprezintă un *demon „creator”* al sistemului cosmic, cu alte cuvinte dezordinea dă naștere macrospațiului denumit univers.

Din formula geometriei relativiste a spațiu-timpului lui Einstein poate fi dedusă mărimea actuală a *constantei entropice* a universului, care în prezent se dovedește a fi de aproximativ 10^{-10} unități la un metru cub, ceea ce corespunde cu mărimea atomului. Adică în prezent la un nivel de până la un atom entropia nu produce nici un efect, începându-și acțiunea la un nivel mai mare de un atom de hidrogen (H). La momentul producerii fenomenului Big Bang gradul entropic era de sute de ori mai mic decât cel actual, atingând minimele mărimii Planck și sub-Planck. Nu este exclus că în viitor gradul entropiei cosmice se va schimba și va crește în cazul în care energia întunecată își va intensifica substanțial accelerația. Faptul dat va spori constanta entropică,

făcând-o să se împotrivească extinderii universului, în final tinzând spre crearea unei noi singularități, oprind în mod firesc accelerarea și întorcând universul pe făgașul său ciclic. Conform modelului unanim recunoscut al lui G. Gamow – primii *quarci* s-au format în cadrul plasmei inițiale abia la minutul treizeci după producerea Big Bang (nu mai devreme): până la acest hotar de 30 min. materia și antimateria se anihilau reciproc și aveau proprietăți incerte, iar protonii și hidrogenul în acea plasmă inițială *nici nu puteau fi formați în asemenea condiții de plasmă*. Întrebarea ce a fost până la acest eveniment singular, spun unii savanți – este lipsită de sens, deoarece fluctuația de natură Big Bang, confirmată de CMB, ne duce doar la o singură concluzie logică, că această „fluctuație" tinde spre infinit și evoluează până în prezent, transformată fiind conform formulei: multiversul devine un univers complex și entropic.[135]

Există o explicaţie transcendentală, venită din teoria inflaţiei, precum că această entropie minimă, în calitate de un „vacuum fals" și forță motrică a universului inițial, numit „vacuum ultrarăcit"[136] a fost demarată de *undele energetice* φ ale câmpului scalar *compensate la zero de către alte anti-unde energetice de aceeași mărime* însă cu o sinusoidă inversă. Prin urmare, undele și anti-undele se compensează la zero, creând acest „vacuum fals" în starea de până la Big Bang. La un anumit moment s-a întrerupt echilibrul compensatoriu al undelor și anti-undelor câmpului scalar, dând posibilitate undelor pozitive energetice să fluctueze exponențial prin nașterea unui nou spațiu-timp din singularitate, dând naștere la Big Bang. *Ce sau cine* a provocat acest dezechilibru al undelor energetice cuantice ale câmpului scalar inițial non-entropic? La această întrebare aş considera că se poate de răspuns doar transcendental (nu putem reproduce Big Bang-ul în laborator). Originea fluctuantă a universului a fost cu o anumită probabilitate stimulată pe cale naturală: undele câmpului scalar și entropia tind în mod firesc spre zero, fiind nevoie de o intervenţie din aşa-numitul *hiperspațiu*[137] care ar putea stimula fluctuația inflaționistă.

135 *George Gamow*, Expanding universe and the Origin of Elements, The George Washington university, Washington D.C, 1946, http://web.ihep.su/dbserv/compas/src/gamow46/eng.pdf

136 *Andrei Linde*, Inflationary Cosmology, Department of Physics, Stanford university, Stanford, CA 94305, 2007, pag. 4, https://arxiv.org/pdf/0705.0164.pdf

137 *Hiperspațiu* – regiune ipotetică alternativă și superioară a universului, care este paralelă continuului spațiu-timp, și care nu se supune legilor și restricțiilor fizice ale materiei barionice.

Universul are o origine cuantică și entropică, iar câmpul cuantic al acestuia este ghidat de principiul incertitudinii al lui Heisenberg. Acest *principiu al incertitudinii* definește regula, potrivit căreia rezultatul unei măsurări a unui sistem nu este determinist, ci este caracterizat printr-o **distribuție de probabilitate a cuantelor**, în care cu cât este mai mare deviația standard, cu atât mai multă „incertitudine" are respectiva caracteristică a acelui sistem de particule. Astfel, *studiind gradul incertitudinii sistemului cuantic, putem afla calea ce mai probabilă de dezvoltare a acestuia*. Cu alte cuvinte – prin intermediul matematicii șirurilor calculăm incertitudinile minime ale câmpurilor cuantice pentru a stabili gradul probabilității evenimentelor cuantice (Interpretarea de la Copenhaga).

Principiul incertitudinii definește o limită inferioară a produsului deviațiilor standard (Δ) ale poziției și impulsului, raportat la constanta Planck redusă (ħ): $\Delta_x \Delta_p \geq \hbar/2$. Drept o continuare a acestui principiu, actuala Teorie a câmpurilor cuantice reprezintă: *sistematizarea probabilităților producerii unui eveniment cuantic, influențat de nivelul entropic al sistemului analizat prin pierderea de informații la un pachet de 1000 de atomi învecinați.*[138]

Acest principiu este aplicabil în mecanica cuantică, fapt ce a dus la următoarele faze cuantice: QED→QFT→QET. Cu alte cuvinte: trecerea de la electrodinamica cuantică (QED) la teoria câmpurilor cuantice (QFT) și în final la teoria entropiei cuantice (QET).

Dat fiind faptul că avem o asemenea explicație elegantă a originii cosmosului bazată pe *entropie primară*, ne mai trebuie oare să complicăm lucrurile într-o așa manieră artificială, încât să adăugăm în ecuații așa-zisele: universuri suplimentare, brane, hiperspațiu și multe alte *concepții bizare* sau mitologice?

Descrierea originii universului poate fi simplificat explicată prin teoria propusă, Teoria cosmologică a entropiei minime. Prin această teorie tind să fac distincție dintre conceptul *câmpului scalar primar inflaționist* (demonstrat deja de Alan Guth și A. Starobinsky) care potrivit teoriei inflaționiste dă naștere la cosmos prin inflație, și postulatul unui univers infinit, închis, însă entropic apriori. Ulterior, acest univers se extinde, evoluează periodic începând cu momentul atingerii unei entropii minim-posibile (cea a singularității) și până la etapa dezintegrării cuantice finale (entropii „mari sau critice"), ca mai apoi iarăși să se întoarcă la momentul său inițial entropic egal cu *zero*. După prima fază după Big Bang (o nano-fracțiune de secundă) gradul de entropie

138 https://en.wikipedia.org/wiki/Uncertainty_principle

a cosmosului crește, dând naștere mai întâi inflației spațiu-timpului, iar ulterior răcirii plasmei acesteia, în final – se ajunge la extensia și comprimarea ciclică a cosmosului după modelul lui Friedmann.

Pentru ca această ipoteză să-și producă efectul este necesar ca entropia cosmică să aibă proprietăți inițiale minim-posibile, mai jos de nivelul Planck (10^{-35}). Acest proces este foarte dificil de demonstrat din punct de vedere experimental în cadrul acceleratoarelor de particule (LHC). Pentru a înțelege acest punct de vedere care nu se axează nici pe câmp scalar (element artificial introdus în calcule de către savanți), nici pe gravitație, nici pe celelalte 3 interacțiuni cuantice (electromagnetică, slabă și puternică), care încă nu erau la momentul evenimentului Big Bang, nici pe spațiu-timp (în singularitate acesta de asemenea nu avea sens matematic), ci doar pe o singură premisă fundamentală și foarte primitivă – cosmosul este un sistem închis infinit și ghidat doar de o *forță primară* caracteristică oricăror sisteme (matematice, geometrice, informaționale, fizice, statistice a probabilității etc.) – *entropia undelor sale energetice, aflate în stare de repaus sau* în *echilibru perfect.* Să numim acest sistem primar închis *hiperspațiu* (dincolo de spațiul nostru dezechilibrat, părere susținută de R. Penrose).

Va ajunge oare omenirea la o așa etapă de dezvoltare, încât să fie în stare să treacă din spațiu (sistem informațional fizic curent) în hiperspațiu (sistem informațional al noilor legi fizice echilibrate și reduse la zero)? Materia barionică ne încurcă să facem acest lucru, însă teoretic sau matematic totul este posibil. Să lăsăm răspunsul la această întrebare la latitudinea cititorului.

În sfera matematicii părinte al entropiei universale a fost *John von Neumann*. Savantul *Otavio Bueno* menționează despre acest fondator al entropiei în matematică – o caracteristică importantă a axiomatizării izomorfismului, propus de savantul *von Neumann*, a fost căutarea analogiilor dintre structurile matematice și structurile „fizice", adică structurile folosite în descrierea fenomenelor fizice. Aceste analogii au jucat un rol major în demonstrarea *echivalenței lui von Neumann a matricei și undelor mecanice entropice.* Ceea ce a stabilit von Neumann este o relație matematică între aceste două sisteme de funcții. Și, în acest caz, relația matematico-informațională formează un izomorfism complet al sistemului analizat. Pe de o parte, avem funcții – definite ca spațiu „discret" al valorilor indexului *Z = (1, 2, ...)* sub forma de secvențe *(x1, x2, ...)* utilizate în formularea matricei mecanice, iar pe de altă parte avem funcții definite de „spațiu în starea continuă Ω al

unui sistem mecanic cuantic închis”.[139]

Proprietățile entropiei macrospațiului pot fi generalizate în felul următor:

a) Entropia macrospațiului este direct proporțională cu entropia subsistemelor componente ale acestuia. Cosmosul este un macrospațiu.
b) Microclima și starea informațională a unui metru cub de spațiu tinde să se *echilibreze* entropic cu metrul cub vecin, și aceasta în cazul în care temperatura medie a ultimului nu îl depășește pe cel vecin de 5! (factorial) ori.
c) Metrul cub de spațiu mai rece și informațional mai sărac decât cel vecin nu îl poate încălzi pe ultimul, precum un vas rece nu poate încălzi un vas fierbinte, ci doar invers – informația și randamentul dezintegrării are un parcurs direcționat-ireversibil, cu condiția să nu fie prezente influențe din exterior.
d) Răcirea la zero absolut este permanent interferată de fluctuații cuantice.
e) Perpetuum mobile este irealizabil, la fel precum o societate ideală este de neatins.

Se propune un exercițiu simplu și util – să facem abstracție de toate celelalte ipoteze cosmologice complexe și artificiale despre originea universului și să ne limităm la lucruri fundamentale, precum ar fi, să zicem, care este entropia universului din punct de vedere ecuațional? *Entropia universului* este invers-proporțională cu extinderea energiei întunecate:[140]

$$S = \hbar \frac{\boldsymbol{k}}{\boldsymbol{e}}$$

Unde: S – este entropia macrospațiului, k – este unitatea entropică inițială a singularității (cu nominal: 1, 2, 3), e – este coeficientul energiei întunecate și $\hbar$ – este constanta Planck redusă (1.054×10^{-34} J·s), care în final reprezintă o ecuație ce necesită încă o confirmare experimentală.

Cu cât ponderea energiei întunecate este mai mare cu atât entropia

139 *Otavio Bueno*, Von Neumann. Empiricism and the Foundations of Quantum Mechanics, university of Miami, Coral Gables, FL 33124, pag. 9, http://www.as.miami.edu/personal/obueno/Site/Online_Papers_files/VonNeumann_EmpiricismFoundQM.pdf

140 *Energie întunecată* – energie ascunsă de la interacțiunile electromagnetice, omniprezentă în spațiu, care nu interacționează electromagnetic direct cu materia, însă condiționează extensia prin accelerare a continuului spațiu-timp, începând accelerarea sa 5 miliarde de ani în urmă.

spațiului este mai mică și invers. Respectiv, macro-entropia întotdeauna va tinde să balanseze ponderea energiei întunecate. În conchidere *subliniem că entropia a făcut să apară universul, tot ea îl crește, în final* – îl va dezintegra, ca mai apoi tot ea să îl renască din singularitate într-un *proces ciclic*, iar singularitatea cuantică inițială entropică ar trebui denumită transcendentul[141] kantian al universului, care inițial ar avea mărime „zero". Această funcție fundamentală a entropiei minime, care evoluează ciclic, se încadrează armonios în cea mai contemporană descriere a modelului Lambda-CDM (eng. *lambda extension and cold dark matter system*) sub aspectul pe care savantul Max Tegmark l-a denumit foarte sugestiv: „Ipoteza universului Calculat în baza Funcțiilor Matematice non-haotice (Computable Universe Hypothesis)".[142]

Cu toate că în trecut se susținea cu fermitate că universul este deschis și față de el nicidecum nu trebuie să se aplice nici o categorie a entropiei, iar entropia zero la categoria absolută nu există potrivit legii a treia a termodinamicii, totuși în prezent savanții susțin că universul este un sistem complex, multidimensional și bineînțeles că trebuie să fie examinat sub toate aspectele, inclusiv entropic și cuantic. În acest sens, este fundamentală și foarte relevantă legea formulată de către Max Planck – când temperatura tinde la zero absolut, entropia sistemului pur și simplu este nulă. Rămâne doar să aflăm, dacă această nulitate este una absolută, sau totuși conține în sine un potențial energetic?

---

141 *Transcendental* – metodă gnoseologică care excede cunoașterea empirică, raționament abstract, fundamentat pe logică formală de inducție cu privire la metafizica lucrurilor, formă apriorică a cunoașterii (I. Kant).

142 *Max Tegmark*, The Mathematical universe, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02139, 2007, pag. 19, https://arxiv.org/pdf/0704.0646.pdf